



## Máster en Química Sostenible 66202 - Diseño y control de procesos

Guía docente para el curso 2010 - 2011

Curso: 1, Semestre: 0, Créditos: 6.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- **Jesús Manuel Anzano Lacarte** janzano@unizar.es
- **Francisco Javier Galbán Bernal** jgalban@unizar.es
- **María Sierra Jiménez García-Alcalá** jimenezm@unizar.es
- **Ana María Escudero Carra** escudero@unizar.es
- **Miguel Alejandro Menéndez Sastre** qtmiguel@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

La asignatura está dividida en dos bloques temáticos: *Diseño de procesos* (Miguel A. Menéndez) y *Control de procesos* (Ana M. Escudero, F. Javier Galbán, M. Sierra Jiménez).

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

A modo de indicación, se muestran las fechas más relevantes del curso 2009-2010:

- 21 de septiembre - 6 de noviembre: docencia de *Diseño de Procesos*
  - 18 de noviembre: prueba escrita de *Diseño de Procesos*
  - 23 de noviembre - 22 de enero: docencia de *Control de Procesos*
  - 26 de noviembre - 12 de febrero: realización de cuestionarios y otras Actividades en *Control de Procesos*
  - 26 de noviembre - 12 de febrero: presentación de un trabajo en *Control de Procesos*
  - 25 de enero: prueba escrita de *Control de Procesos*
- 

### Inicio

---

#### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

- 1: Diseña reactores ideales.

- 1: Predice los efectos de las variables de operación y de la transferencia de materia sobre la selectividad y la velocidad de reacción.
- 1: Concibe un modelo de flujo adecuado para optimizar la selectividad y el rendimiento de una reacción.
- 1: Concibe un sistema de optimización del perfil de temperatura en el reactor que optimiza el rendimiento y/o minimiza el volumen de reactor.
- 1: Aplica adecuadamente los criterios para análisis y reducción de riesgos.
- 1: Concibe el sistema de integración de operaciones de separación y reacción adecuado para la intensificación de un proceso.
- 1: Diseña sistemas de control de procesos en continuo.
- 1: Diseña reactores para la intensificación de procesos.
- 1: Conoce sistemas de control analítico de procesos en continuo, su funcionamiento y sus diferencias.
- 1: Es capaz de evaluar la calidad de un sistema de control analítico de procesos.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La Intensificación de Procesos comprende innovaciones en equipos, técnicas de operación y métodos para desarrollo de procesos que ofrezcan importantes reducciones de las necesidades de las plantas industriales (en energía, tamaño de las instalaciones y consumo de materias primas) lo que, a su vez, comporta un menor impacto ambiental. Integrando las etapas de reacción y separación se logra reducir el número de operaciones de la planta química, el consumo de energía y de materias primas y el tamaño total de planta. Otras metodologías incluyen el uso de reactores estructurados, rotatorios y nuevos sistemas de aporte de energía.

Por otra parte, la monitorización de los procesos en línea permite su optimización en términos de rendimiento y selectividad. Además, la disponibilidad de información inmediata permite gestionar mejor los riesgos de la instalación.

*Diseño y Control de Procesos* es una asignatura del primer semestre. La asignatura se ha dividido en dos bloques temáticos, de forma que *Diseño de Procesos* se imparte en el primer trimestre, mientras que *Control de Procesos* se imparte en el segundo.

## Contenido

### Temario

#### *Bloque temático de diseño de procesos*

1. Los principios de la Química Sostenible, el diseño de reactores y la intensificación de procesos.
2. Tipos de reactores ideales: Optimización por el flujo y la temperatura.
3. Efecto de la transferencia de materia sobre la selectividad y el rendimiento.
4. Diseño de reactores intrínsecamente seguros.
5. Visión general de la intensificación de procesos.
6. Reactores de membrana.
7. Destilación reactiva.
8. Microrreactores.
9. Reactores con catalizadores estructurados.
10. Reactores rotatorios y centrífugos.
11. Reactores con adsorción, absorción, cristalización, lixiviación o extracción.
12. Gestión energética: Reactores cíclicos, reactores-intercambiadores de calor y reactores con fuentes no convencionales

de energía.

#### *Bloque temático de control de procesos*

13. Control de sistemas en línea: automatización.
14. Muestreo de sistemas en línea: analizadores y robotización.
15. Control y gestión de sistemas en línea: LIMS.
16. Aplicación de sistemas en línea en análisis clínico, industrial (analizadores de procesos) y en control medioambiental.
17. Cromatografía de gases.
18. La columna en cromatografía de gases.
19. La inyección en cromatografía de gases.
20. Aplicaciones de la cromatografía de gases para análisis automático y control de procesos.
21. Cromatografía de Líquidos.
22. Aplicaciones de la cromatografía de líquidos para análisis automático y control de procesos
23. Sensores para muestras líquidas.
24. Sensores para muestras de gases.
25. Análisis remoto.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

La Intensificación de Procesos comprende innovaciones en equipos, técnicas de operación y métodos para desarrollo de procesos que ofrezcan importantes reducciones de las necesidades de las plantas industriales (en energía, tamaño de las instalaciones y consumo de materias primas) lo que, a su vez, comporta un menor impacto ambiental. Integrando las etapas de reacción y separación se logra reducir el número de operaciones de la planta química, el consumo de energía y de materias primas y el tamaño total de planta. Otras metodologías incluyen el uso de reactores estructurados, rotatorios y nuevos sistemas de aporte de energía.

Por otra parte, la monitorización de los procesos en línea permite su optimización en términos de rendimiento y selectividad. Además, la disponibilidad de información inmediata permite gestionar mejor los riesgos de la instalación.

Diseño y Control de Procesos es una asignatura del primer semestre. La asignatura se ha dividido en dos bloques temáticos, de forma que Diseño de Procesos se imparte en el primer trimestre, mientras que Control de Procesos se imparte en el segundo.

#### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

El principal objetivo de la asignatura de *Diseño y Control de Procesos* consiste en el desarrollo de las siguientes competencias específicas del máster:

- Utilizar el vocabulario y la terminología específica de la Química Sostenible
- Evaluar el grado de riesgo de un proceso o reacción química y la toxicidad de los compuestos implicados
- Identificar los principales obstáculos a la implantación de las distintas técnicas de Química Sostenible
- Diseñar la modificación o sustitución de procesos químicos por otros menos dañinos con el medioambiente basándose en técnicas específicas en Química Sostenible
- Aplicar los conocimientos y metodologías de Química Sostenible a la resolución de problemas cualitativos y cuantitativos de naturaleza no familiar

Las actividades docentes programadas permitirán desarrollar de distintas competencias básicas, entre las que puede destacarse:

- Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas con entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

Además, estas actividades docentes permitirán el desarrollo de la siguiente competencia transversal del máster:

- Obtener información de distintos tipos de fuentes y evaluar su fiabilidad
- Ordenar, analizar críticamente y sintetizar información
- Comprender informes y conferencias en inglés
- Desarrollar competencias numéricas y de cálculo, incluyendo análisis de errores, estimaciones de orden de magnitud y uso correcto de unidades
- Formular, analizar, evaluar y comparar soluciones nuevas o alternativas para distintos problemas
- Usar de forma efectiva las tecnologías de la información y de las comunicaciones
- Gestionar de forma adecuada los recursos y el tiempo disponibles
- Transmitir información de forma oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas
- Desarrollar capacidades de gestión (toma de decisiones, establecimiento de objetivos, definición de problemas, diseño y evaluación)
- Adquirir responsabilidad sobre el propio desarrollo profesional

## **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:** Identificar los principales métodos de intensificación de procesos y sus características fundamentales.
- 1:** Diseñar reactores químicos que permitan la reducción de riesgos.
- 1:** Reconocer los principales tipos de procesos analíticos en línea.
- 1:** Seleccionar el tipo de analizador en línea más adecuado a cada caso.
- 1:** Clasificar las principales aplicaciones industriales de la monitorización en línea.

## **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Las herramientas de la Química Sostenible se basan en la aplicación de los 12 principios propuestos por Paul Anastas y John Warner, ampliados de acuerdo con los documentos desarrollados por la *Plataforma Tecnológica Europea de Química Sostenible* (Vision Paper, Strategic Research Agenda e Implementation Action Plan), para llegar a concepto de "sostenibilidad a través de la Química". La asignatura de *Diseño y Control de Procesos* está diseñada para la formación en dos aspectos clave: la intensificación de procesos y la disponibilidad de técnicas analíticas para la monitorización en línea de los procesos.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

---

### **Actividades y recursos**

---

### **Presentación metodológica general**

## El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

Las clases magistrales constituyen un importante método de transmisión del conocimiento y permiten comunicar rápidamente una gran cantidad de información. En esta asignatura, se emplearán clases expositivas-interactivas (conocidas como socráticas), que contemplan la participación de los estudiantes en el conocimiento impartido.

La preparación de un informe escrito permite comprender los aspectos abordados y relacionar los conceptos implicados. Además, la presentación oral permite desarrollar las competencias relacionadas con las presentaciones públicas (hablar en público, usar herramientas audiovisuales, etc.).

## Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

### El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

#### 1: Visitas organizadas a plantas industriales

En esta actividad podrá adquirir información de primera mano sobre la implantación de las técnicas de la Química Sostenible en la Industria.

#### 2: Ciclos de clases impartidas por un profesor invitado

Esta actividad consistirá en la impartición de un ciclo de 5 clases de 2 horas cada una para profundizar en la formación en la asignatura. Esta actividad tiene carácter complementario a la docencia prevista en la memoria de la titulación y su realización dependerá de la obtención de financiación del Programa de movilidad de profesores en másteres oficiales.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

A modo de indicación, se muestran las fechas más relevantes del curso 2009-2010:

21 de septiembre - 6 de noviembre: docencia de *Diseño de Procesos*

18 de noviembre: prueba escrita de *Diseño de Procesos*

23 de noviembre - 22 de enero: docencia de *Control de Procesos*

26 de noviembre - 12 de febrero: realización de cuestionarios y otras Actividades en *Control de Procesos*

26 de noviembre - 12 de febrero: presentación de un trabajo en *Control de Procesos*

25 de enero: prueba escrita de *Control de Procesos*

## Bibliografía

### Bibliografía de referencia

ALLEN, D. T.; SHONNARD, D. R. *Green Engineering: Environmentally Conscious Design of Chemical Processes*. Prentice Hall, 2001.

CAVANI, F.; CENTI, G.; PERATHONER, S.; TRIFIRÒ, F. *Sustainable Industrial Chemistry. Principles, tools and industrial examples*. Wiley-VCH, 2009.

[COOPER, J.; CASS, T. \*Biosensors: A practical approach\*. 2nd edition. Oxford University Press, 2004.](#)

[DOBLE, M.; KRUTHIVENTI, A. K. \*Green Chemistry and processes\*. Elsevier, 2007.](#)

[EHRFELD, W.; HESSEL, V.; LÖWE, H. \*Microreactors: New Technology for Modern Chemistry\*. Wiley-VCH, 2005.](#)

[FOGLER, H. S. \*Elementos de ingeniería de las reacciones químicas\*. 3ª ed. Pearson, 2001.](#)

[GAUNE-ESCARD, M.; SEDDON, K. R. \*Molten salts and ionic liquids: never the twain?\* Wiley, 2010.](#)

[LANKEY, R. L.; ANASTAS, P. T. \(ed.\) \*Advancing Sustainability through Green Chemistry and Engineering\*. American Chemical Society, 2002.](#)

[LUIS, S. V.; GARCÍA VERDUGO, E. \*Chemical reactions and processes under flow conditions\*. RSC, 2010.](#)

[SÁNCHEZ MARCANO, J. G.; TSOTSIS, T. T. \*Catalytic membranes and membrane reactors\*. Wiley-VCH, 2002.](#)

[SKOOG, D. A. \*Principios de Análisis Instrumental\*. 5ª edición. McGraw-Hill, 2000.](#)

[STANKIEWICZ, A.; MOULIJN, J. A. \*Re-Engineering the Chemical Processing Plant Process Intensification\*. Dekker, 2004.](#)

[SUNDMACHER, K.; KIENLE, A. \(eds.\) \*Reactive distillation: Status and Future Directions\*. Wiley-VCH, 2003.](#)

[VALCÁRCEL, M.; CÁRDENAS, M. \*Automatización y miniaturización en Química Analítica\*. Springer, 2000.](#)

[YEN, T. F. \*Chemical Processes for Environmental Engineering\*. Imperial College, 2007.](#)

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Abrahan, M.A.. Green Chemistry and Engineering. A path to sustainability
- Advancing sustainability through Green chemistry and engineering / Rebecca L. Lankey, editor, Paul T. Anastas, editor Washington, D.C. : American Chemical Society, cop. 2002
- Allen, D.T.. Green Engineering: Environmentally Conscious Design of Chemical Processes
- Biosensors : a practical approach / edited by Jonathan M. Cooper, Anthony E. G. Cass . - 2nd ed. Oxford [etc.] : Oxford University Press, 2004
- Doble, Mukesh.. Green chemistry and engineering [Recurso electrónico] / Mukesh Doble and Anil Kumar. Oxford : Academic, 2007.
- Ehrfeld, Wolfgang. Microreactors : New technology for modern chemistry / Wolfgang Ehrfeld, Volker Hessel, Holger Löwe . - 1st ed., 3rd repr. Weinheim [etc.] : Wiley-VCH, 2005
- Fogler, H. Scott. Elementos de ingeniería de las reacciones químicas / H. Scott Fogler ; traducción, Roberto Luis Escalona García ; revisión técnica, Jorge Fernando Ramírez Solís . - 3ª ed. Naucalpan de Juarez, México : Pearson Educación, 2001
- Green separation processes : fundamentals and applications / edited by Carlos A. M. Afonso, J. G. Crespo Weinheim : Wiley-VCH, cop. 2005
- International Workshop on Reactive Distillation (1º. . Reactive distillation : status and future directions / Kai Sundmacher and Achim Kienle (eds.) Weinheim : Wiley-VCH, cop. 2003
- Jimenez Gonzalez, C.. Green Chemistry and Engineering
- Klemes, J.R.. Sustainability in the Process Industry: Integration and Optimization
- Re-engineering the chemical processing plant : process intensification / edited by Andrzej Stankiewicz, Jacob A. Moulijn New York : M. Dekker, cop.2004
- Yen, Teh Fu. Chemical processes for environmental engineering / Teh Fu Yen London : Imperial College, cop. 2007